

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2003-515827

(P2003-515827A)

(43) 公表日 平成15年5月7日 (2003.5.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 6 T 1/00	3 3 0	G 0 6 T 1/00	3 3 0 A 5 B 0 5 7
		7/20	B 5 H 1 8 0
G 0 8 G 1/16		G 0 8 G 1/16	C 5 L 0 9 6

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2001-540712(P2001-540712)
(86) (22) 出願日 平成12年11月27日 (2000.11.27)
(85) 翻訳文提出日 平成14年5月27日 (2002.5.27)
(86) 国際出願番号 P C T / U S 0 0 / 3 2 1 4 3
(87) 国際公開番号 W O 0 1 / 0 3 9 1 2 0
(87) 国際公開日 平成13年5月31日 (2001.5.31)
(31) 優先権主張番号 6 0 / 1 6 7 , 5 8 7
(32) 優先日 平成11年11月26日 (1999.11.26)
(33) 優先権主張国 米国 (U S)
(31) 優先権主張番号 6 0 / 2 3 0 , 1 6 6
(32) 優先日 平成12年9月1日 (2000.9.1)
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 モービルアイ インク
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ニュー
ヨーク 10017 バンダービルトアベニュー
52 スイート 105
(72) 発明者 スタイン ギデオン
イスラエル エルサレム 96263 シャカ
ールロード 16
(72) 発明者 シャシュア アムノン
イスラエル メバセレットシオン 90805
メボナーマ 7
(74) 代理人 弁理士 大淵 美千栄 (外2名)

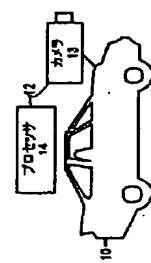
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 輸送手段の動きのパスに沿って記録された連続イメージを使用して、移動する輸送手段のエゴモーションを予測するためのシステムおよび方法

(57) 【要約】

【課題】 輸送手段の動きのパスに沿って記録された連続記録イメージを使用してエゴモーションを予測するための新しく、かつ、改善したシステムおよび方法を提供すること。

【解決手段】 エゴモーション予測システム12は、イメージ情報レシーバであるカメラ10およびプロセッサ14を含んでいる。カメラ13は、輸送手段10が道路11に沿って移動するとき記録される、一連の少なくとも2つのイメージに関連するイメージ情報を受け取るように構成されている。また、プロセッサ14は、イメージレシーバによって受け取られたイメージ情報を処理し、例えば連続するイメージの間における、その輸送手段の前方向の平行移動および垂直軸に関する回転を含めた輸送手段のエゴモーション予測を生成するように構成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 道路に沿って移動する輸送手段のエゴモーションに関する予測を生成するためのエゴモーション判定システムにおいて、

A. 前記輸送手段が道路に沿って移動するとき記録される、一連の少なくとも2つのイメージに関連するイメージ情報を受け取るように構成されたイメージ情報レシーバと、

B. 前記イメージレシーバによって受け取られたイメージ情報を処理し、前記輸送手段のエゴモーション予測を生成するように構成されたプロセッサと、
を含むことを特徴とするシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の分野)

本発明は、主に移動する輸送手段のエゴモーション（または「セルフモーション」つまり「それ自体の動き」）を予測するためのシステムおよび方法の分野に関し、より具体的には、輸送手段の動きのパスに沿って記録された連続記録イメージを使用してエゴモーションを予測するシステムおよび方法に関する。

【0002】

(発明の背景)

道路と相対的な輸送手段のエゴ（「セルフ」）モーションの正確な予測は、自律ドライブおよびコンピュータビジョンベースのドライブ補助における重要な要素である。機械的センサに代えて、コンピュータビジョン技術を使用してドライブ中の補助を提供すれば、機械的なセンサに必要とされるような較正を必要とすることなく、輸送手段の動きの予測に使用するために記録された情報を、障害物の検出、車線の識別等にも使用できるようになる。これは費用および保守の手間を軽減することになる。

【0003】

輸送手段のエゴモーションの予測には、いくつかの問題点が存在する。通常、道路は、特徴点があったとしても、非常にわずかである。また、車線のマーク等の道路において最も顕著な特徴となるものは、一般的に線形の構造を有している。これに対し、他の乗物、建物、木等に関連付けられるような背景イメージの構造は、一般的に多くの特徴点を有する。これが、イメージベースまたは光学フローベースの予測を困難にすることになる。これに加えて、エゴモーション予測に関して記録される代表的なイメージには、エゴモーションの予測に役立たないか、あるいは、予測の低下をもたらす可能性のある大量の「外れ値」情報が含まれている。例えば、道路等の固定構造と相対的なエゴモーションの予測においては、道路と相対的に移動する物体、例えば、移動する他の輸送手段、さらには作動中のワイパーのイメージが、エゴモーション予測に関する誤った情報に寄与する。これに加えて、雨滴、グレア等のイメージの質を低下させる条件も正確なエゴ

モーションの予測を難しくしている。

【0004】

(発明の要約)

本発明は、輸送手段の動きのパスに沿って記録された連続記録イメージを使用してエゴモーションを予測するための新しく、かつ、改善したシステムおよび方法を提供する。

【0005】

簡単に述べると、本発明は、道路に沿って移動する輸送手段のエゴモーションに関する予測を生成するためのエゴモーション判定システムを提供する。このエゴモーション判定システムは、イメージ情報レシーバおよびプロセッサを含んでいる。イメージ情報レシーバは、輸送手段が道路に沿って移動するとき記録される、一連の少なくとも2つのイメージに関連するイメージ情報を受け取るように構成されている。また、プロセッサは、イメージレシーバによって受け取られたイメージ情報を処理し、例えば、連続するイメージの間における、その輸送手段の前方向の平行移動および垂直軸に関する回転を含めた輸送手段のエゴモーション予測を生成するように構成されている。

【0006】

輸送手段のエゴモーションの予測を生成するためのいくつかの方法を開示する

【0007】

本発明は、添付する特許請求の範囲に詳細に示されている。上記およびその他の本発明の利点は、添付図面とともに以下の説明を参照することによってより良好に理解されることになるであろう。

【0008】

(例示のための実施態様の詳細な説明)

図1は、本発明に従って構成されたエゴモーション予測システム12を含み、道路11の上を移動する輸送手段10を概略的に示す。輸送手段10は、道路11の上を移動することができる任意の種類の輸送手段10とすることが可能であり、輸送手段10には、限定する意図ではないが、自動車、トラック、バス等が

含まれる。エゴモーション予測システム12は、カメラ13およびエゴモーション予測システムプロセッサ14を含む。カメラ13は、輸送手段10に搭載されており、好ましくは前方、すなわち、輸送手段が通常に移動する方向にあり、道路の上を当該輸送手段が移動するときの連続するイメージを記録する。好ましくは、カメラ13が各イメージを記録するとき、エゴモーション予測システムプロセッサ14にイメージを提供する。一方、エゴモーション予測システムプロセッサ14は、連続イメージから獲得した情報を、可能性としては当該輸送手段の速度計（個別には図示していない）からの情報といった、その他の情報とともに処理し、道路11と相対的な輸送手段のエゴモーション（またはセルフモーション、つまり「それ自体の動き」）を判定する。エゴモーション予測システムプロセッサ14は、輸送手段11内または輸送手段11上に搭載され、その一部を形成することもある。エゴモーション予測システムプロセッサ14によって生成されるエゴモーション予測は、多くのものに関して使用することができる。エゴモーション予測は、障害物および車線の検出に限られず、輸送手段による自律運転、可能性としては例えば、グローバルポジショニングシステム（「GPS」）からの位置情報や当業者であれば周知の各種の情報発信源からの道路地図情報を用いた自律運転等を含んでいる。輸送手段10のエゴモーションの判定においてエゴモーション予測システムプロセッサ14によって実行されるオペレーションについて、図2および3に示すフローチャートとの関連から説明する。

【0009】

先に進む前に、図1に示したエゴモーション予測システムプロセッサ14によって実行されるオペレーションの背景知識を説明することが有用であると考えられる。一般に、2つのイメージ Ψ および Ψ' の間において、エゴモーション予測システムプロセッサ14は、輸送手段10に備え付けられたカメラ13の平行移動 $t = (t_x, t_y, t_z)^T$ および回転 $w = (w_x, w_y, w_z)^T$ （ただし、「T」は転置演算を表し、 t_i はそれぞれ「X」、「Y」および「Z」軸に沿った平行移動を表し、 w_i はそれぞれの軸に関する回転を表す）を決定しようと試みる。カメラ13は、輸送手段10に固定されていることから、カメラ13の平行移動および回転は、輸送手段10の平行移動および回転に従う。この場合、

点 $p = (x, y)^T$ (ただし、「 x 」および「 y 」は、イメージ内の点または特徴となるものの座標とする)、すなわち、点 $P = (X, Y, Z)^T$ (ただし、「 X 」、「 Y 」および「 Z 」は3次元空間におけるその点の座標とする)の投影となる点に関するフローベクトル、すなわち、3次元空間における同一点のイメージ内からイメージ Ψ' 内の点への動きを示すベクトルは、次の(1)式で示される成分 (u, v) を有する。

【0010】

【数1】

$$\begin{aligned} u &= \frac{1}{Z} S_1^T t + \left(\hat{p}^T X S_1 \right)^T w \\ v &= \frac{1}{Z} S_2^T t + \left(\hat{p}^T X S_2 \right)^T w \end{aligned} \quad (1),$$

【0011】

ただし、式(1)における「 \times 」は行列のクロス積を表し、各記号は次の式(2)により与えられる値を有する。

【0012】

【数2】

$$S_1 = \begin{pmatrix} f \\ 0 \\ -x \end{pmatrix} \quad S_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ f \\ -y \end{pmatrix} \quad \hat{p} = \begin{pmatrix} x/f \\ y/f \\ 1 \end{pmatrix} \quad (2),$$

【0013】

ここで、「 f 」は、カメラ13の焦点距離であり、既知であることを前提としている。輸送手段10が移動する道路は、平面としてモデリングされている。平面上の点に関する式は次の式(3)に示すようになる。

【0014】

【数3】

$$AX + BY + CZ = 1$$

(3),

【0015】

ここで、「X」軸および「Y」軸は、イメージ平面の水平軸「x」および垂直軸「y」にそれぞれ対応し、「Z」軸は、イメージ平面に対して垂直になる。カメラ13は、道路に対応するイメージの量を多くし、かつ、その他の特徴となるもの、例えば、他の交通、建物、木等に対応するイメージの量を少なくするために、わずかに下方を向くように傾けられている。この場合、イメージ ψ および ψ' が、これらのイメージのz軸が道路の平面と平行になるように修正されることになるが、これについては以下に述べる。

【0016】

式(3)を「Z」で割ると次の式(4)が得られる。

【0017】

【数4】

$$\frac{1}{Z} = ax + by + c \quad (4),$$

【0018】

ここで、 $a = A/f$ 、 $b = B/f$ 、かつ、 $c = C$ である。この式(4)を式(1)に代入することによって、次の式(5)が求まる。

【0019】

【数5】

$$\begin{aligned} u &= (ax + by + c)S_1^T t + \left(\hat{p} X S_1 \right)^T w \\ v &= (ax + by + c)S_2^T t + \left(\hat{p} X S_2 \right)^T w \end{aligned} \quad (5).$$

【0020】

この式(5)を展開すると、次の式(6)および(7)が得られる。

【0021】

【数6】

$$u = -(ct_x + aft_x)x + (bft_x - w_x) + (fw_y + cft_x) + \left(\frac{w_y}{f} - at_x\right)x^2 - \left(\frac{w_x}{f} + bt_x\right)xy \quad (6)$$

【0022】

【数7】

$$v = (w_x + aft_x)x + (-ct_x + bft_y)y - (fw_x + cft_y) + \left(\frac{w_y}{f} - at_x\right)xy - \left(\frac{w_x}{f} + bt_x\right)y^2 \quad (7)$$

【0023】

式(6)および(7)は、次の式(8)および(9)によって与えられる平面と相対的に移動するカメラ13に関する8パラメータモデルの特殊な場合(「校正されたカメラ13」の場合)である。

【0024】

【数8】

$$u = \alpha_1 x + \alpha_2 y + \alpha_3 + \alpha_7 x^2 + \alpha_8 xy \quad (8)$$

【0025】

【数9】

$$v = \alpha_4 x + \alpha_5 y + \alpha_6 + \alpha_7 xy + \alpha_8 y^2 \quad (9)$$

【0026】

フローベクトル(u, v)が与えられれば、パラメータ α_i ($i=1, \dots, 8$)が求まり、これらからモーションパラメータtおよびwを求めることができる。

【0027】

式(1)～(9)に関して説明した上記の方法との関連から1つの問題、すな

わち、決定しなければならない多数のパラメータ α_i を前提とすることから、外れ値を除去するための満足のいく方法を案出することが困難であるという問題が生じる。この問題は、比較的多数の光学フローベクトル (u , v) を、これらのパラメータ値の決定に使用する必要があるという事実に起因する。すなわち、これらに対応する数の点が両方のイメージ内に必要となるという事実に起因する。これに加え、X軸およびY軸に関する回転に起因した光学フローと、X軸およびZ軸に沿った平行移動に起因した光学フローとのそれぞれの差異を判断することも困難である。

【0028】

したがって、モーションパラメータの数を最少に減らすことが望ましい。道路に沿った輸送手段10の動きは、輸送手段10が前方または後方に移動するときには、Z軸に沿った平行移動に拘束され、輸送手段10のバスが直線コースから外れるときには、X軸およびY軸に関する回転に拘束されるものとしてモデリング可能である。この場合、式(5)は、次の式(10)のような形に変形される。

【0029】

【数10】

$$\begin{aligned} u &= (\alpha x + by + c)xt_z - \frac{xy}{f}w_x + \left(f + \frac{x^2}{f}\right)w_y \\ v &= (\alpha x + by + c)yt_z - \left(f + \frac{y^2}{f}\right)w_x + \frac{xy}{f}w_y \end{aligned} \quad (10).$$

【0030】

イメージを修正し、道路の平面とカメラ13のXZ平面が平行になること、すなわち、カメラ13の光軸が道路の平面と平行であるかのようなイメージが保証されれば、式(10)において $a=0$ 、 $c=0$ となり、次の式(11)が得られる。

【0031】

【数11】

$$u = bxyt_z - \frac{xy}{f}w_x + \left(f + \frac{x^2}{f}\right)w_y$$

(11).

$$v = -by^2t_z - \left(f + \frac{y^2}{f}\right)w_x + \frac{xy}{f}w_y$$

【0032】

イメージを修正するためには、カメラ13の較正を行う必要が生じる。カメラ13の較正およびイメージの修正を行う方法については後述する。

【0033】

式(11)には、イメージ Ψ および Ψ' の少なくともいくつかの部分にある点に関連付けられたフローベクトル (u, v) から決定されることになる3つのモーションパラメータ、すなわち、 t_z (Z軸に沿った平行移動)、 w_x (X軸に関する回転) および w_y (Y軸に関する回転) が存在する。イメージ Ψ および Ψ' 内の対応する点を見つけること、すなわち、3次元空間におけるそれぞれのイメージ内の同一点の投影である点を見つけることは、次の式(12)により表される「測光上の拘束」に基づいて行われる。

【0034】

【数12】

$$I(x, y, t) - I(x + u\delta t, y + v\delta t, t + \delta t) = 0$$

(12),

【0035】

基本的にこの式は、それぞれのイメージ内への3次元空間における同一点の投影である、イメージ Ψ 内の点 $p = (x, y)^T$ およびイメージ Ψ' 内の点 $p = (x + u\delta t, y + v\delta t)$ の放射照度または輝度が同じであることを示している。実際には、ノイズがあることから正確には式(12)は成立しない。仮に、すべての点について、ノイズがゼロ平均ガウスノイズとしてモデリングされれば、式(12)は、次の式(13)のように整理され、最大尤度が求められることになる。

【0036】

【数13】

$$P(I(x, y, t) - I(x + u\delta t, y + v\delta t, t + \delta t)) = N(\sigma^2, 0) \quad (13)$$

【0037】

式(13)は、演算集約的となる可能性があり、またこの式の使用に代えて、式(11)内に織り込まれた幾何学的拘束と、式(12)に織り込まれた測光上の拘束を組み合わせることによって、2つのイメージから直接、モーションパラメータ t_z 、 w_x および w_y を決定することができる。その演算においては、2つの連続するイメージ Ψ および Ψ' を前提として、次の式(14)により表される確率、すなわち、2つのイメージが与えられたときの輸送手段10の動きが $\hat{m} = (t_z, w_x, w_y)$ である確率を決定することが目標となる。

【0038】

【数14】

$$P(\hat{m} | \Psi, \Psi') \quad (14)$$

【0039】

式(14)を最大にする動き \hat{m} が、2つのイメージ Ψ および Ψ' 間におけるカメラ13の動きの予測であり、したがって、2つのイメージ間における輸送手段10の動きの予測となる。

【0040】

ベイズの規則によれば、次の式(15)が得られる。

【0041】

【数15】

$$P(\hat{m} | \Psi, \Psi') = \frac{P(\Psi' | \Psi, \hat{m}) P(\hat{m})}{P(\Psi')} \quad (15)$$

【0042】

ここで $P(\Psi' | \Psi, \hat{m})$ は、イメージ Ψ が与えられたとき、動き \hat{m} がイ

メージ Ψ' をもたらす確率であり、 $P(m^{\wedge})$ は、その動きが m^{\wedge} であるアブリオリな確率であり、かつ、 $P(\Psi')$ は、そのイメージが Ψ' であるアブリオリな確率である。ここでは、 $P(m^{\wedge})$ 、つまり、動きが m^{\wedge} である確率が、直前の動きの予測、言い換えると「 $i-1$ 番目」のイメージと「 i 番目」のイメージの間に生成される動きの予測の近傍の小さな領域 M^{\wedge} において一様であることが仮定される。ここで認識されるであろうが、イメージ Ψ および Ψ' が記録される時間間隔が十分に短いときには、この仮定が妥当性を持つ。さらに、式(15)において、分母 $P(\Psi')$ が動き m^{\wedge} に依存しないこと、したがって、当該分母が最大値のサーチに影響しないことが認識されるであろう。

【0043】

イメージ Ψ が与えられたとき、動き m^{\wedge} がイメージ Ψ' をもたらす確率 $P(\Psi' | \Psi, m^{\wedge})$ は、ねじられたイメージ Ψ^{\wedge}' を生成するために、動き m^{\wedge} に従ってイメージ Ψ' をねじることによって決定されるとともに、ねじられたイメージ Ψ^{\wedge}' とイメージ Ψ において、道路の投影と考えられるイメージ内の対応する断片 R 、すなわち、領域 R の差異の平方の合計(「SSD」)を求めることによって決定される。

【0044】

【数16】

$$S(\hat{m}) = \frac{1}{N} \sum_{x,y \in R} (\hat{\Psi}'(x,y) - \Psi(x,y))^2 \quad (16),$$

【0045】

式(16)において「 N 」は領域 R 内の点の数を表す。ここで認識されるであろうが、イメージ Ψ および Ψ' がそれぞれ時間「 t 」および「 $t + \delta t$ 」において記録されるとき、ねじられたイメージ Ψ^{\wedge}' は、動きが m^{\wedge} の場合に時間「 t 」において記録されたであろうと仮定したイメージを表すことになる。SSD評価基準(式(16))を使用すると、 $P(\Psi' | \Psi, m^{\wedge})$ 、すなわち、イメージ Ψ および動き m^{\wedge} がイメージ Ψ' をもたらす確率は、次の式(17)の確率密度関数によって与えられる。

【0046】

【数17】

$$P(\Psi' | \Psi, \hat{m}) = ce^{-\frac{s(\hat{m})}{\sigma^2}} \quad (17),$$

【0047】

ここで「c」は正規化ファクタであり、「σ」はゼロ平均ガウス関数としてモデル化されるノイズの分散である。P(m̂)、すなわち、その動きがm̂である確率が直前の動きの予測近傍の小さい領域M̂内において一様であると仮定されることから、イメージΨの断片に関する最大尤度の動きm̂を見つける問題は、m̂ ∈ M̂に関して次の式(18)の確率密度関数の最大値を見つけることに帰着する。

【0048】

【数18】

$$P(\hat{m} | \Psi, \Psi') = ce^{-\frac{s(\hat{m})}{\sigma^2}} \quad (18),$$

【0049】

エゴモーション予測システムプロセッサ14が予測を生成することになる動きが道路と相対的な輸送手段10の平行移動および回転の動きであることから、エゴモーション予測システムプロセッサ14において、道路の投影を含むイメージΨおよびΨ'の領域だけを考慮し、イメージのその他の領域を無視することが望ましい。しかしながら、ここで注意したいことは、2つのイメージΨおよびΨ'内において、道路を投影するイメージの領域または断片のセットRが既知でないということである。これに適合させるため、式(18)で定義される関数を最大にする試みに代えて、イメージを断片のセットW_iに分割し、かつ、それぞれの断片に関して式(16)および(18)を使用して、それぞれの断片に関して確率密度P(m̂ | W_i, W_i')を生成することができる。イメージΨおよびΨ'のペア全体にわたる確率密度は、次の式(19)のようになる。

【0050】

【数19】

$$P(\hat{m}|\Psi, \Psi') = c \frac{\sum_i P(\hat{m}|W_i, W_i') \lambda_i \alpha_i \beta_i}{\sum_i \lambda_i} \quad (19),$$

【0051】

ここで、 λ_i および α_i は、重みづけ関数であり、これらの値は、一般に「i番目」の断片が道路の投影であることの信頼度を反映する。1つの断片に関する勾配強度 β_i の値は、その断片が基本構造 (texture) を含む程度を反映する。したがって、勾配強度 β_i の値は、輸送手段のエゴモーションの判定において使用するための有用な情報を含む可能性の高さを反映する。式(19)が最大となる動き $\hat{m} \in M^*$ は、イメージ Ψ および Ψ' が記録された地点の間における輸送手段10の実際の平行移動および回転の動きに対応するものと見なされる。

【0052】

個々の「i番目」の断片に関する重みづけ関数 λ_i は、それぞれのイメージ Ψ および Ψ' からの断片 W_i および W_i' を使用して生成される。道路ではない断片 W_i および W_i' に関する重みづけ関数 λ_i の値の決定においては、式(11)内に反映されている動きのモデルが良好に適合しない。これに代えて、断片の別の動きを使用すれば、より良好に適合させることができる。さらに、これに加えて、道路表面上を移動する平面のイメージの人工産物、例えば、影の移動のために、式(18)の最大が初期予測からはるかに離れたところに現れることがある。したがって、「i番目」の断片 W_i および W_i' に関する重みづけ関数 λ_i の値は、初期予測近傍の局所的な領域 (M^*) 内における動きのモデルを使用した最適適合度と、大きなサーチ領域「L」にわたる任意の動きのモデルを使用した最適適合度との比に対応する。つまり、それは、「i番目」の断片内のすべての点にわたるSSDを $S_i()$ で表すとき、すべての $\hat{m} \in M^*$ に関して、次の式(20)：

【0053】

【数20】

$$P_1 = \max \left(\exp \left(- \frac{S_i(\hat{m})}{\sigma^2} \right) \right) \quad (20)$$

【0054】

が、局所的なサーチ領域における最適適合度の値であり、かつ、すべての $\hat{m} \in L$ に関して、次の式 (21) :

【0055】

【数21】

$$P_2 = \max \left(\exp \left(- \frac{S_i(\hat{m})}{\sigma^2} \right) \right) \quad (21)$$

【0056】

が、すべての可能性のあるイメージの動きに関する最適適合度の値であるとするば、 λ_1 は、次の式 (22) によって表される。

【0057】

【数22】

$$\lambda_1 = \frac{P_1}{P_2} \quad (22).$$

【0058】

一般に、 P_2 (式 (21)) に関する値の生成は、演算集約的なものとなり得る。式 (21) による P_2 の生成を回避するために、選択した多数の点について、イメージ Ψ 内の断片と、イメージ Ψ' 内の対応する位置にある断片との SSD と同様に、イメージ Ψ 内の断片と、イメージ Ψ' 内の対応する位置にある断片の周囲の水平および垂直に平行移動された複数の断片との複数の SSD' を使用することによって、各断片に関する P_2 の値を予測することができる。つまり、イメージ Ψ 内の断片が、 $p(a, b)$ を中心とする複数の点 $p(x, y)$ (つまり

、点 p は、 $p(a-\alpha, b-\beta)$ から点 $p(a+\alpha, b+\beta)$ まで存在し、かつ、断片が $(2\alpha+1) \times (2\beta+1)$ の大きさを有する（ただし α および β は整数）で構成される場合、 P_2 は、 $p(a, b)$ を中心とする複数の点 $p(x, y)$ で構成されるイメージ Ψ' 内の同一サイズの断片との SSD と同様に、イメージ Ψ 内の断片と、中心点が $p(a-\delta, b-\delta)$ から $p(a+\delta, b+\delta)$ まで存在する点 p を中心とするイメージ Ψ' 内の同一サイズの断片、すなわち、合計で $(2\delta+1)^2$ 個のイメージ Ψ' 内の複数の断片との複数の SSD' を使用して生成される。イメージ Ψ' 内の各断片は、可能性のあるイメージの動きの 1 つとして考えることができる。一実施形態においては、 δ に 7 が選択される。この場合、 P_2 の値を生成するために、 Ψ' 内の 225 個の断片について SSD が生成されることになる。

【0059】

重みづけ関数 λ_i と異なり、それぞれの「 i 番目の」断片に関する重みづけ関数 α_i は、断片 W_i およびイメージ Ψ' からの断片 W_i' だけを使用して生成される。一般に 3 次元空間においては、直線に関して 3 つの支配的な方向があること、すなわち、(i) 建物、自動車およびその他の道路表面から上に延びる物体等に関する垂直ライン、(ii) 道路の方向とほぼ平行になる水平ラインおよび (iii) 道路の方向とほぼ直交する水平ラインがあることを認識する必要がある。イメージ Ψ' においては、垂直ライン（つまり、タイプ (i) のライン）および道路の方向とほぼ直交する水平ライン（つまり、タイプ (iii) のライン）が、それぞれイメージ Ψ' 内の垂直および水平のラインとして投影される。これに対して、道路の方向とほぼ平行になる水平ライン（つまり、タイプ (ii) のライン）は、共通の点、すなわち、消滅点を通るラインとしてイメージ Ψ' 内に現れる。ここで、イメージ Ψ' 内の、道路の投影となる断片 W_i' においては、タイプ (ii) およびタイプ (iii) のラインが支配的となることに注意する必要がある。これに対して自動車等の障害物の投影となる断片 W' においては、タイプ (i) およびタイプ (iii) のラインが支配的となる。一方、例えば、建物、フェンス等の投影となる断片 W' においては、タイプ (i) およびタイプ (ii) のラインが支配的となる。

【0060】

したがって、断片 W_i に関する重みづけ関数 α_i の値は、タイプ(i i)およびタイプ(i i i)のラインの投影を含み、かつ、タイプ(i)およびタイプ(i i i)あるいはタイプ(i)およびタイプ(i i)のラインの投影を含まないと見なされる程度を反映することになる。一般的に、断片を通るラインがある場合には、その方向を、断片 W_i 内の各種の点における輝度の勾配との関連から判定することができる。断片 W_i 内の、勾配(I_x, I_y)が選択されたしきい値を超える各点は、ライン上またはその近傍にあると考えられ、そのラインの方向は、勾配の方向と直交する。このように、これらの点について、これらに関連付けられるラインの方向を、そのラインがタイプ(i)、(i i)および(i i i)のいずれであるかによらず、判定することが可能になる。したがって、イメージ Ψ' 内の各断片 W_i について、3つの合計 S^n_i ($n=i, i i$ または*i i i*)が生成され、それぞれは、個々のタイプのラインに関連付けられた、その断片内の点の勾配の大きさの合計に対応し、かつ、その大きさは、 $G = (I_x^2 + I_y^2)^{0.5}$ に対応する。イメージ Ψ' 内の断片 W_i については、次のような判断が行われる。

【0061】

(a) 合計 $S^{i i}_i$ および $S^{i i i}_i$ がともに大きく、かつ、合計 S^i_i より著しく大きい場合には、道路の投影である。なぜなら、これらの合計は、この断片が、道路の方向と平行および/またはそれに直交する水平の1または複数のラインに関連付けられており、垂直のラインに関連付けられていないことを示すからである。

【0062】

(b) 合計 S^i_i および $S^{i i i}_i$ がともに大きく、かつ、合計 $S^{i i}_i$ より著しく大きい場合には、障害物、つまり、一般には輸送手段のバス上の物体の投影である。なぜなら、これらの合計は、この断片が、垂直および/または道路の方向と直交する水平の1または複数のラインに関連付けられており、道路の方向と平行な水平のラインに関連付けられていないことを示すからである。

【0063】

(c) 合計 S_i および $S_{i,i}$ がともに大きく、かつ、合計 $S_{i,i,i}$ より著しく大きい場合には、輸送手段のパスの側方にある物体の投影である。なぜなら、これらの合計は、この断片が、垂直および/または道路の方向と平行な1または複数のラインに関連付けられていることを示すからである。

【0064】

重みづけ関数 α_i は、断片 W_i が道路の投影である (上記の (a) のケース) と見なされる程度に基づいて断片に割り当てられる。

【0065】

ここで認識されるであろうが、断片 W_i に関して、合計 $S_{i,i}$ が比較的大きく、その断片が道路の方向と平行な水平のラインに関連付けられるが、合計 S_i および $S_{i,i,i}$ がともに比較的小さく、その断片が垂直または道路の方向と直交する水平のラインとは関連付けられていないことが示される場合、その断片に関して生成された合計のセットから、その断片が道路の投影であるか (上記の (a) のケース) あるいはその輸送手段のパスの側方の物体の投影であるか (上記の (c) のケース) を一般には判定できない。しかしながら、断片が垂直のラインと関連付けられないことから、一般的にそれが障害物の投影である (上記の (b) のケース) と見なされることはない。この場合、その断片に隣接する断片を参照することによって、その断片が道路の投影であるか (上記の (a) のケース) あるいはその輸送手段のパスの側方の物体の投影であるか (上記の (c) のケース) に関する予測が行われる。

【0066】

前述したように、1つの断片に関する勾配強度 β_i の値は、その断片が基本構造を含む程度を反映し、したがって、輸送手段のエゴモーションの判定において使用するための有用な情報を含む可能性の高さを反映する。この勾配強度 β_i は、次の式 (23) に対応する。

【0067】

【数23】

$$\beta_i = \left(\sum_{m \in L} \exp \left(- \frac{S_i(\hat{m})}{\sigma^2} \right) \right)^{-1} \quad (23).$$

【0068】

比較的一様な断片については、SSDの値 $S_i(\hat{m})$ がすべての動きに関して比較的低くなり、その場合には β_i の値も比較的低くなる。これに対して、基本構造を伴う断片については、ほとんどの動きに関してSSDの値が比較的高くなり、その場合には β_i の値も比較的高くなる。

【0069】

以上を背景知識として、エゴモーション予測システムプロセッサ14によって実行されるオペレーションについて、図2に示したフローチャートを参照して次に説明する。図2に関して、ここではエゴモーション予測システムプロセッサ14がすでにイメージ Ψ を有しており、イメージ Ψ が記録されたロケーションまでの平行移動および回転の動きの判定に関連してそれが使用されていることを前提とする。図2を参照すると、エゴモーション予測システムプロセッサ14は、イメージ Ψ' を受け取った後（ステップ100）、カメラ13の較正オペレーション（後述する）中に提供された情報に従ってイメージを修正し、その光軸を道路によって定義される平面と平行にする（ステップ101）。これに加えて、エゴモーション予測システムプロセッサ14は、以前の動きの予測を使用し、かつ、可能性としては利用可能なものがあれば他のセンサからの情報を使用して平行移動および回転に関する初期予測を生成する（ステップ102）。例えば、エゴモーション予測システムプロセッサ14は、輸送手段10の速度計からの情報をはじめ、イメージ Ψ が記録された時刻と、イメージ Ψ' が記録された時刻との間の時間間隔を、初期予測の生成に使用する。一般的に時間間隔は固定であり、連続するイメージ Ψ および Ψ' のペアのそれぞれに関して同一であることが好ましい。エゴモーション予測システムプロセッサ14は、初期予測を生成した後、その初期予測を使用してイメージ Ψ' をイメージ Ψ に向けてねじることにより、ねじられたイメージ Ψ^{\wedge} を生成する（ステップ103）。

【0070】

エゴモーション予測システムプロセッサ14は、ねじられたイメージ $\Psi^{'}$ を生成した後（ステップ103）、イメージ Ψ およびねじられたイメージ $\Psi^{'}$ を断片に分割し、2つのイメージ Ψ および $\Psi^{'}$ 内の対応する断片の各ペアに関して、重みづけ関数 λ_i を生成する。このオペレーションにおいて、エゴモーション予測システムプロセッサ14は、イメージ Ψ 内の1つの断片を選択して（ステップ104）、 P_2 （ステップ105）、 P_1 （式（20））（ステップ106）および λ_i （式（22））（ステップ107）に関する値を上述したように生成する。これに加えてエゴモーション予測システムプロセッサ14は、 β_i （式（23））および α_i の値を生成することができる（ステップ108）。エゴモーション予測システムプロセッサ14は、選択した断片に関してステップ105～108を実行した後、イメージ Ψ 内のすべての断片を処理したかどうかを判定し（ステップ109）、残っている断片がある場合、ステップ104に戻り、別の断片を選択してそれらに関連してステップ105～109を実行する。

【0071】

エゴモーション予測システムプロセッサ14は、イメージ Ψ 内の各断片に関連してステップ104～109を実行する。イメージ Ψ 内のすべての断片に関連してステップ104～109を実行した後、エゴモーション予測システムプロセッサ14は、ステップ109からステップ110に進み、式（19）によって与えられる値を最大にする動き m^{\wedge} をサーチする（ステップ110）。この動き m^{\wedge} は、平行移動 t_z および回転 w_x 、 w_y のパラメータに関する値を含み、これらが、イメージ Ψ が記録された時点と、イメージ $\Psi^{'}$ が記録された時点の間における輸送手段10の動きの予測を構成することになる。エゴモーション予測システムプロセッサ14は、上記オペレーションを、連続するイメージ Ψ および $\Psi^{'}$ のペアに関連して実施することにより、輸送手段10の動きを予測することができる。

【0072】

ステップ106（ P_1 に関する値の生成）およびステップ110（式（19）によって与えられる値を最大にする動き m^{\wedge} の判定）の実行において、エゴモ-

ション予測システムプロセッサ14は、初期予測の近傍の選択した立方体形状の領域に限定される勾配降下法を実行することができる。

【0073】

エゴモーション予測システムプロセッサ14は、それぞれの新しいイメージ Ψ に関する初期予測の決定（ステップ102）において、以前に受け取ったイメージに関して生成済みの動きの予測を使用することができる。これに加えて、領域 M^{\wedge} のサイズを適応的に調整することができる。

【0074】

輸送手段10のエゴモーションを判定するための第2の方法について、図3を参照して説明する。図2に関連して説明した方法と同様に、ここでは、輸送手段10の移動する道路によって表される平面と垂直になるようにイメージが修正されており、かつ、それらの水平（「x」）軸が道路によって表される平面と平行になっているものと仮定する。まず、背景知識について述べるが、その場合における平面の式（24）

【0075】

【数24】

$$AX + BY + CZ = 1 \quad (24)$$

【0076】

（式（3）参照）は、次の式（25）のように整理される。

【0077】

【数25】

$$BY = 1 \quad (25),$$

【0078】

ここで、 $Y = 1 / |B|$ は、道路からカメラ13の光軸（あるいは、より詳しく言えばZ軸）までの高さである。3次元空間における点P（X，Y，Z）の投影であるイメージ内の点p（x，y）について、 $y = f(Y/Z)$ であり、式（25）は次の式（26）のようになる。

【0079】

【数26】

$$\frac{1}{Z} = by \quad (26)$$

【0080】

各点について、輝度の拘束が、次の式(27)で与えられる。

【0081】

【数27】

$$uI_x + vI_y + I_t = 0 \quad (27)$$

【0082】

ただし、 I_x および I_y は、イメージ内の各点 (x, y) における輝度の空間的勾配のそれぞれ水平および垂直成分であり、 I_t は、輝度の時間的勾配である。これに加えて、フローベクトルの成分 (u, v) に関する式(式(1)参照)を、次の式(28)のように表すことができる。

【0083】

【数28】

$$u = \frac{1}{Z} S_1^T t + S_1^T [w]_x p$$

$$v = \frac{1}{Z} S_2^T t + S_2^T [w]_x p \quad (28)$$

【0084】

ここで $[w]_x$ は、スキュー対称行列であり、この場合には次の式(29)が得られる。

【0085】

【数29】

$$\frac{1}{Z} S^T t + S^T [w]_x p + I_t = 0 \quad (29)$$

【0086】

ただしSは、次の式(30)により表される。

【0087】

【数30】

$$S = \begin{pmatrix} fI_x \\ fI_y \\ -xI_x - yI_y \end{pmatrix} \quad (30).$$

【0088】

平面に拘束される動きについては、式(29)を次の式(31)のように整理することができる。

【0089】

【数31】

$$(ax + by + c)S^T t + S^T[w]_x p + I_t = 0 \quad (31).$$

【0090】

イメージが修正されることから、式(26)が成立する。これに加えて、回転の動きが、垂直軸(「Y」)軸に関して生じるように拘束されることから、 $w_x = w_z = 0$ である。したがって、式(31)は次の式(32)に対応することになる。

【0091】

【数32】

$$byS^T t + S^T \begin{pmatrix} 0 & 0 & -w_y \\ 0 & 0 & 0 \\ -w_y & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x/f \\ y/f \\ 1 \end{pmatrix} + I_t = 0 \quad (32).$$

【0092】

式(32)を展開し、式(30)を適用すると、次の式(33)が得られる。

【0093】

【数 3 3】

$$byS^T t - (fI_x + xI_x + yI_y)w_Y + I_t = 0 \quad (33)$$

【0094】

一般に、輸送手段10の回転(w_Y)に起因して生じるフローベクトルの垂直成分の部分 u_{w_Y} は、「X」軸に沿った平行移動(t_x)に起因して生じる部分 u_{t_x} より大きく、これらの部分は非常に異なる形を持つことになる。「X」軸に沿った平行移動に起因して生じる部分 u_{t_x} は、イメージが記録された時間の間において輸送手段10の移動した距離に依存し、イメージの底に向かう点に関するものの方が、より上の点に関するものより大きくなる。この場合、 u_{w_Y} および u_{t_x} に関する式は、それぞれ次の式(34)および(35)のようになる。

【0095】

【数 3 4】

$$u_{w_Y} = \left(\frac{x^2}{f} + f \right) w_Y = f w_Y \quad (34)$$

【0096】

【数 3 5】

$$u_{t_x} = \frac{1}{Z} f t_x = b y f t_x \quad (35)$$

【0097】

垂直「Y」軸に関する小さな回転に関して、回転角 w_Y が次の式(36)のよう近似されることから、式(37)が得られる。

【0098】

【数 3 6】

$$w_Y = \frac{t_X}{t_Z} \quad (36),$$

【0099】

【数37】

$$\frac{u_{wY}}{u_{IX}} = \frac{f \frac{t_X}{t_Z}}{\frac{1}{Z} f t_X} = \frac{Z}{t_Z} \quad (37)$$

【0100】

ここで認識されるであろうが、 t_y 、すなわち、垂直方向における平行移動 t の成分に関する値および w_x および w_z 、すなわち、回転 w の X 成分および Z 成分に関する値は、すべてゼロになる。したがって、エゴモーション予測システムプロセッサ14は、新しいイメージ Ψ' を受け取った後に、 t_1 および t_3 、すなわち、前方 (Z 軸に沿った) 方向および側方 (X 軸に沿った) 方向の平行移動 t の成分および w_y 、すなわち、垂直 (Y 軸) に関する回転の成分を決定する。このオペレーションにおいて、エゴモーション予測システムプロセッサ14は、動きに関する初期予測を生成し (図3のステップ150)、その初期予測を使用してねじられたイメージ Ψ^* を生成する (ステップ151)。エゴモーション予測システムプロセッサ14は、初期予測の生成 (ステップ150) に関して、例えば、輸送手段10の速度計からの情報を含め、多数の情報発信源からの情報を使用することができる。その後、エゴモーション予測システムプロセッサ14は、イメージ Ψ および Ψ^* を断片に分割し (ステップ152)、道路のイメージを含んでいる可能性がある断片を決定する (ステップ153)。道路のイメージを含んでいる可能性がある断片の決定 (参照ステップ153) において、エゴモーション予測システムプロセッサ14は、イメージ Ψ および Ψ^* 内の対応する断片に関するSSDを生成し (式(16))、ねじられたイメージ Ψ^* 内において、道路のイメージを含む断片として、比較的高いSSD値を伴う断片を決定する。その後、エゴモーション予測システムプロセッサ14は、ステップ153において決定した断片を使用し、次の式 (38) の形のコスト関数を最小化する (ステップ154)。

【0101】

【数38】

$$\min_i \sum_{x,y \in R} |At - b|^2 + \lambda_1 \sum_i \left| W_1 \left(\frac{dt_i}{dT} \right) \right|^p + \lambda_2 |W_2(t - t_0)|^p \quad (38),$$

【0102】

ここで、 W_1 および W_2 は、重みづけ行列であり、基本的に先験的確率 (p r i o r s) における信頼度または滑らかさの値を示す。この式 (38) は、カルマンフィルタの形式で形式化され、「p」の値は、 L_1 または L_2 のノルムが使用されるかどうかに基づき、1か2を選択することができる。

【0103】

上述したように、図2および図3に関連して説明した上記の方法について、エゴモーション予測システムプロセッサ14は、最初にカメラ13からイメージを受け取ったときにその修正を行っている。上記の説明において、イメージIおよびI'は、エゴモーション予測システムプロセッサ14によって修正されたものとしてのイメージである。カメラ13から受け取ったときにイメージを修正するためには、カメラ13を、前述したような輸送手段10の動きの予測において使用するためのイメージの記録に関連した使用に先行する校正オペレーションの間に校正する必要がある。校正の間に実行されるオペレーションの説明に入る前に、不適切な校正の影響について考察しておくことが有用であろう。例えば、輸送手段が直線の道路を走行しており、かつ、カメラの光軸が動きの方向に整列している場合においては、連続して記録されるイメージのフローフィールドが、それぞれのイメージの中心、すなわち、イメージの直線座標系の原点 $(x, y) = (0, 0)$ に位置する拡大焦点を伴う拡大フィールドになる。これに対して、カメラが3次元空間において垂直 (「Y」) 軸に関してわずかな回転を伴って輸送手段に搭載されている場合には、拡大の焦点がイメージの水平 (「x」) 軸に沿って変位する。この場合、式 (11) によって定義される動きのモデルがフローフィールドを処理できなくなるが、前方の平行移動および垂直 (「Y」) 軸に関する回転速度 w_y によって良好に近似される。

【0104】

つまり、3次元空間における垂直（「Y」）軸に関するカメラの向きの誤差は、回転の予測におけるバイアスを生じさせる。この場合には直線バスではなく、曲線バスが予測されることになる。同様に、3次元空間における水平（「X」）軸に関するカメラの向きの誤差は、上下動予測におけるバイアスをもたらす。これらの観察に基づくと、輸送手段が直線道路を走行中に、カメラに一連のイメージを記録させることによって較正オペレーションを実行することができる。図2または図3に関連して説明したように、輸送手段のエゴモーションが予測され、そのエゴモーションを直線バスに調整する較正パラメータが予測される。

【0105】

本発明は、多数の利点を提供する。具体的には、本発明は、輸送手段10に搭載されたカメラ13によって記録される一連のイメージであって、少なくとも部分的に道路の投影を含む一連のイメージから道路上の輸送手段10のエゴモーションを判定するための装置を提供し、機械的なセンサ、すなわち、輸送手段10に通常に備えられておらず、備えられるとすればそのコストおよび維持費が増加することになるセンサを必要としない。

【0106】

本発明に従ったシステムは、その全体または一部を、専用ハードウェアまたは汎用コンピュータシステム、あるいは、これらの任意の組み合わせで構成することが可能であり、かつ、その任意の部分が、適切なプログラムによってコントロール可能であることが認識されるであろう。任意のプログラムは、従来の形態に従って上記システムの全体または一部を構成し、あるいは、上記システムに記憶される可能性を有し、また、上記プログラムが全体または部分において、ネットワークまたはその他の情報を転送するための手段を介して、従来の形態に従って上記システムに提供されることもある。これに加えて、上記システムに直接接続されるか、あるいは、ネットワークまたはその他の情報を転送するための手段を介して、従来の形態に従って上記システムに情報を転送することができるオペレータ入力エレメント（図示せず）を使用して、オペレータによって提供される情報を用いて上記システムの操作および／またはコントロールが行われ得ることも認識されるであろう。

【0107】

以上の説明は、本発明の具体的な実施形態に過ぎない。しかしながら、本発明の利点の一部またはすべての達成を伴って、本発明に対して各種の変形および修正を加え得ることも認識されるであろう。本発明の真の精神および範囲に帰する、これらのおよびその他の変形および修正をカバーすることが添付する特許請求の範囲の目的である。

【0108】

新しく、かつ、米国特許証によって保護されることが望ましい発明を特許請求の範囲に記載した。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に従って構成されるエゴモーション予測システムを含めて道路を移動する輸送手段を図示した概要図である。

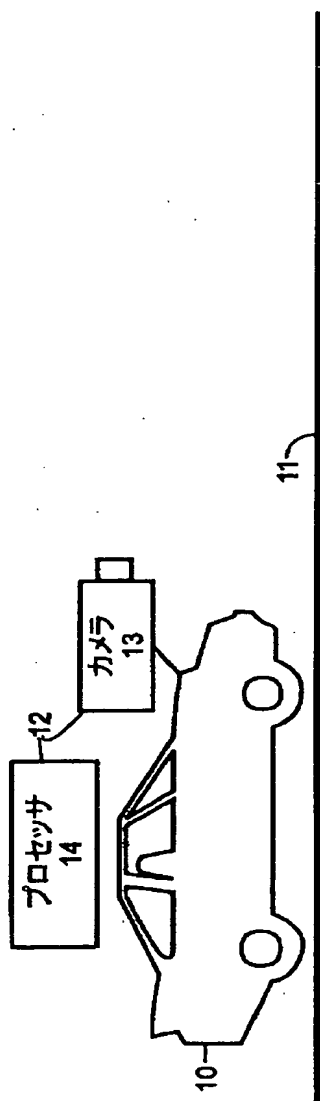
【図2】

1つの方法に従った輸送手段のエゴモーションの判定において、エゴモーション予測システムによって実行されるオペレーションを図示したフローチャートである。

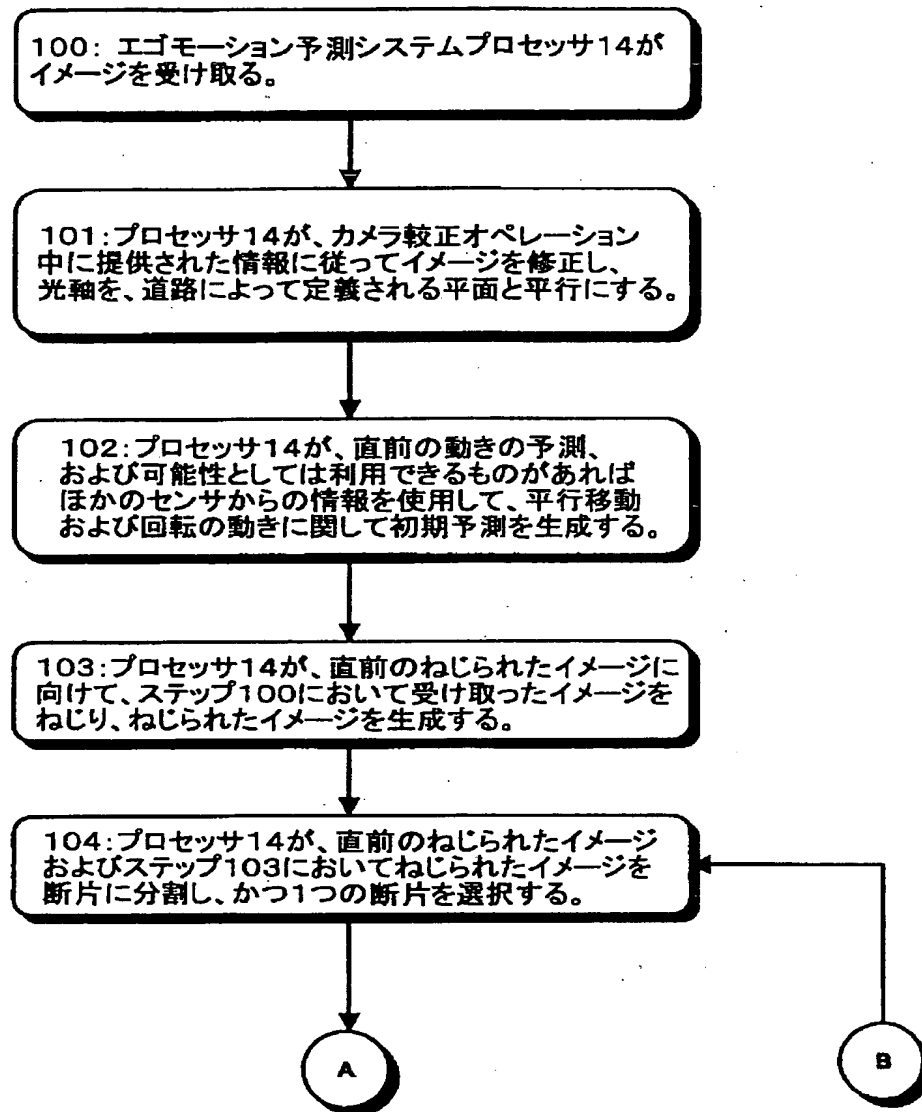
【図3】

第2の方法に従った輸送手段のエゴモーションの判定において、エゴモーション予測システムによって実行されるオペレーションを図示したフローチャートである。

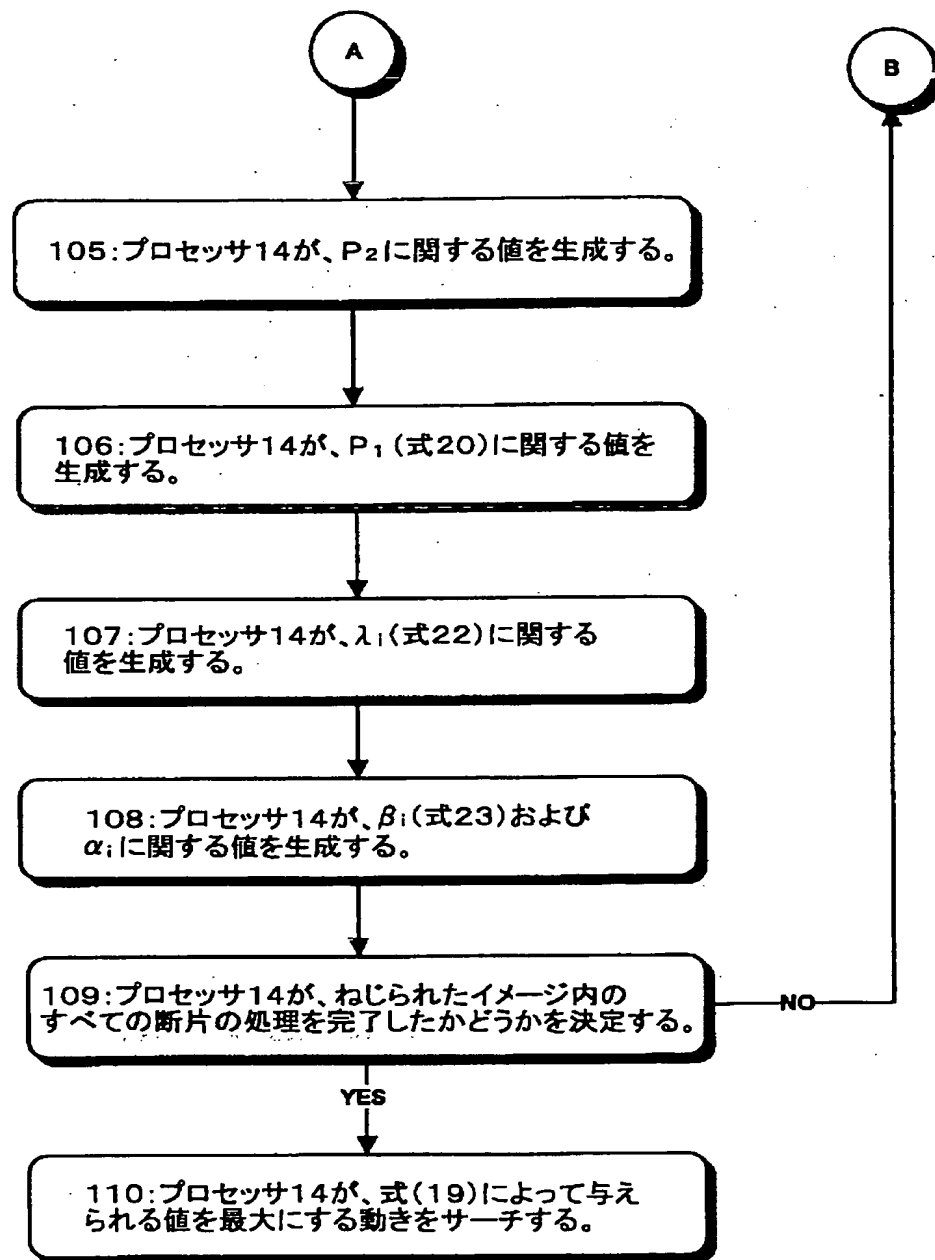
【図1】



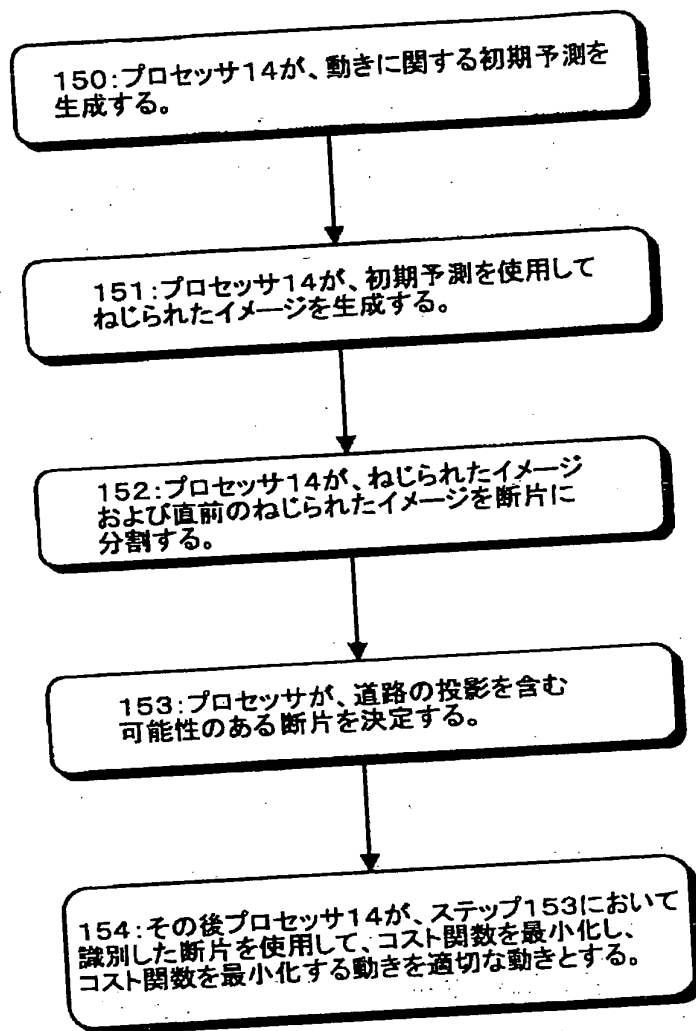
【図2】



【図2】



【図3】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US00/32143
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : H04N 5/14, 7/18; G06K 9/00; H04B 1/66 US CL : Please See Extra Sheet. According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 382/103, 104, 107, 236; 348/154, 155, 699, 148, 142, 144, 169, 149; 373/240, 16 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5,473,364 A (BURT) 05 DECEMBER 1995, col. 1, lines 58-67, col. 2, lines 1-18.	1
X	US 5,777,690 A (TAKEDA et al) 07 JULY 1998, col. 2, lines 16-31.	1
X	US 5,991,428 A (TANIGUCHI) 23 NOVEMBER 1999, col. 2, lines 16-30.	1
X	US 5,629,988 A (BURT et al) 13 MAY 1997, col. 2, lines 47-50.	1
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or support be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 24 MARCH 2001		Date of mailing of the international search report 12 JUN 2001
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer CHRISTOPHER KELLEY Telephone No. (703) 305-4700

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)*

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US00/32143

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:
US CL :

382/103, 104, 107, 236; 348/154, 155, 699, 148, 144, 141, 169, 149; 375/240.16

Form PCT/ISA/210 (extra sheet) (July 1998)*

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY,
DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, I
T, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OA(BF
, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, G
M, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ
, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), AE, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, C
H, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE
, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR,
HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, K
P, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU
, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, S
G, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ
, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW

(72)発明者 マノ オフェル

イスラエル モディーン 71700 ナハル

ソレックロード 3 アパートメント 5

Fターム(参考) 5B057 AA16 BA02 DA20 DB02 DB09

DC08 DC32

5H180 AA01 CC04 LL01

5L096 AA06 BA04 CA04 DA02 EA27

FA33 FA66 FA67 GA19 GA30

HA04